

УДК 552.51:551.734(234.851)

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗОЛОТОНОСНОГО ГОРИЗОНТА АЛЬКЕСВОЖСКОЙ СВИТЫ
УЧАСТКА “РУИНЫ” (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)**

© 2010 г. Н. Ю. Никулова

*Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
E-mail: Nikulova@geo.komisc.ru*

Поступила в редакцию 28.10 2009 г.

На участке “Руины”, расположенном в верховьях р. Балбанью, в районе кварцевого месторождения Желанное проведено изучение вещественного состава базальных слоев в основании палеозойского разреза в зоне межформационного контакта уралид/доуралид. Среди акцессорных минералов обнаружено самородное золото, а также аутигенные редкоземельные фосфаты и минералы, характерные для глиноземистой коры выветривания. По набору акцессорных минералов, их морфологическим и химическим особенностям, изученные породы аналогичны отложениям алькесвожской свиты ($\text{Є}_3\text{--O}_1\text{al}$), хр. Малдынырд. Ключевые слова: *межформационный контакт, акцессорные минералы, кора выветривания.*

На севере Урала наиболее перспективным объектом для поисков золота и некоторых других полезных ископаемых являются базальные горизонты уралид в зоне межформационного контакта между рифей-вендским комплексом доуралид и каледон-герцинским комплексом уралид, к которым приурочены все открытые здесь проявления золота. Одной из главных проблем в изучении палеонтологически не охарактеризованных базальных горизонтов палеозоя является установление генетической и стратиграфической принадлежности отложений, источников и способов поступления терригенного материала, минералогических, литологических и геохимических закономерностей, являющихся признаками золоторудной минерализации.

Проявления золота, известные на хр. Малдынырд (Приполярный Урал) приурочены к отложениям алькесвожской ($\text{Є--O}_1\text{al}$) свиты [1, 3, 6, 10]. На противоположном, правом склоне долины р. Балбанью, в привершинной части горы Баркова, в 2005 г. В.С. Озеровым был выделен еще один участок распространения пород алькесвожской свиты, названный “Руины” (рис. 1а). Вскрывающаяся здесь толща, сложенная гравелитами с подчиненными прослоями песчаников, ранее считавшаяся [5] основанием тельпосской свиты (O_1tp_1), сейчас отнесена В.С. Озеровым к алькесвожской свите. Поводом для пересмотра ее стратиграфического положения послужили некоторые литологические признаки аллювиальной природы отложений: преобладание гравелитовых разностей с фрагментами кривой слоистости и повышенная слюдистость пород. Однако такая трактовка потребовала дополнительного исследования вещественного состава этих проблематичных отложений.

В геологическом строении участка принимают участие породы рифейского фундамента – отложения пуйвинской, хобеинской и мороинской свит, прорванные телами метадолеритов и интрузией гранитов, и палеозойского чехла – отложения алькесвожской и тельпосской свит (рис. 1б). Отложения *алькесвожской свиты* ($\text{Є}_3\text{--O}_1\text{al}$) представлены серыми, светло-серыми гравелитами с прослоями гравелитистых песчаников, в основании залегает маломощная (первые метры) пачка мелкогалечных конгломератов. Отложения *тельпосской свиты* (O_1tp) представлены кварцитопесчаниками. Базальные конгломераты, мощность которых на хр. Малдынырд достигает 300 м, здесь отсутствуют.

Проведенное изучение минералогического состава тяжелых фракций протоочных проб позволяет выявить особенности состава пород алькесвожской свиты на г. Баркова и сравнить полученные данные с классическим разрезом, расположенным на хр. Малдынырд.

Акцессорные минералы в псефитах алькесвожской свиты на участке “Руины” представлены двумя генетическими группами: аллотигенной и аутигенной. К первой относятся лейкоксен, рутил, турмалин, циркон, апатит, хлоритоид, монацит-1, ксенотим-1, пирофиллит, муассанит и корунд. В число аутигенных минералов входят те же турмалин, циркон, апатит, рутил, хлоритоид, а также анатаз, барит, титанит, монацит-2, ксенотим-2, гематит, магнетит, пирит и золото. Во всех пробах присутствуют лейкоксен, гематит, рутил, циркон и турмалин. Реже отмечаются апатит, барит, магнетит, пирит, хлорит. В знаковых количествах обнаружены фуксит, монацит, амфибол, кианит, золото, титанит, эпидот, анатаз, ксенотим, муассанит, пирофиллит.

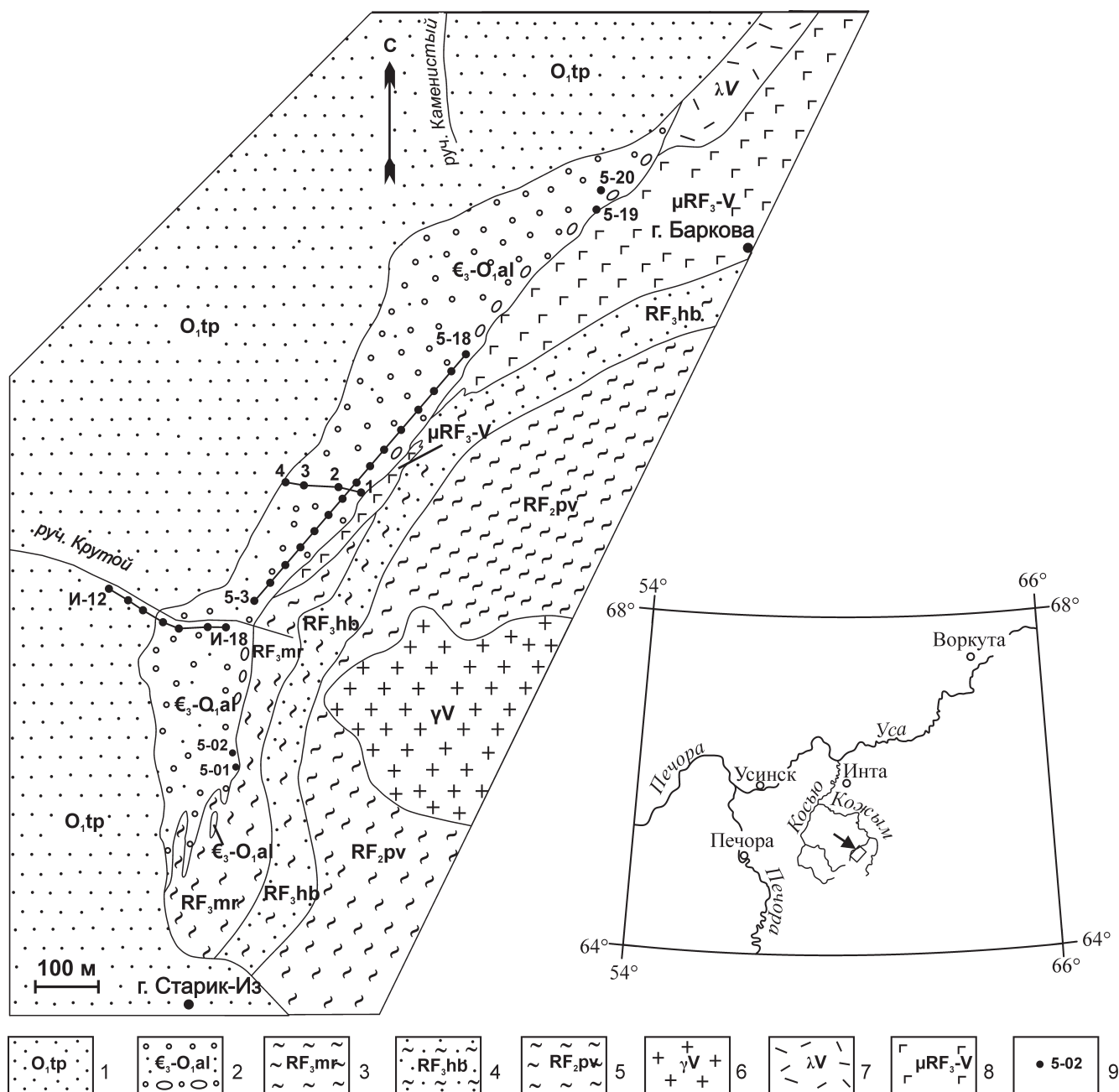


Рис. 1. Расположение участка работ и схематическая геологическая карта участка “Руины” (составлена В.С. Озеровым, 2005 г.).

1 – тельпосская свита: кварцитопесчаники; 2 – алькесвожская свита: метатравелиты, метапесчаники с линзами конгломератов; 3 – мороинская свита: серицит-кварцевые сланцы с линзами доломитов; 4 – хобеинская свита: кварциты, кварцитосланцы; 5 – пуйвинская свита: серицит-кварцевые сланцы; 6 – вендские биотитовые граниты; 7 – вендские интрузивные риолиты; 8 – позднерифейско-вендские метаморфизованные долериты, долерито-базальты; 9 – точки отбора проб и их номера.

Учитывая, что типоморфные особенности терригенных и аутигенных минералов могут дать важную информацию о петрофонде и постседиментационных процессах минерализации, были изучены морфологические особенности и химический состав золота, циркона, монацита, ксенотима, алланита, титанита, корунда и муассанита (сканирующий микроскоп JSM-6400 с энерге-

тическим спектрометром Link, оператор В.Н. Филиппов).

Золото обнаружено в знаковых количествах в нескольких пробах. Это идиоморфные кристаллы кубического (рис. 2а), октаэдрического и кубооктаэдрического (рис. 2б) габитуса и дендритовидные сростки плоских микрокристаллов (рис. 2в, г). Вне зависимости от формы, по характеру примесей про-

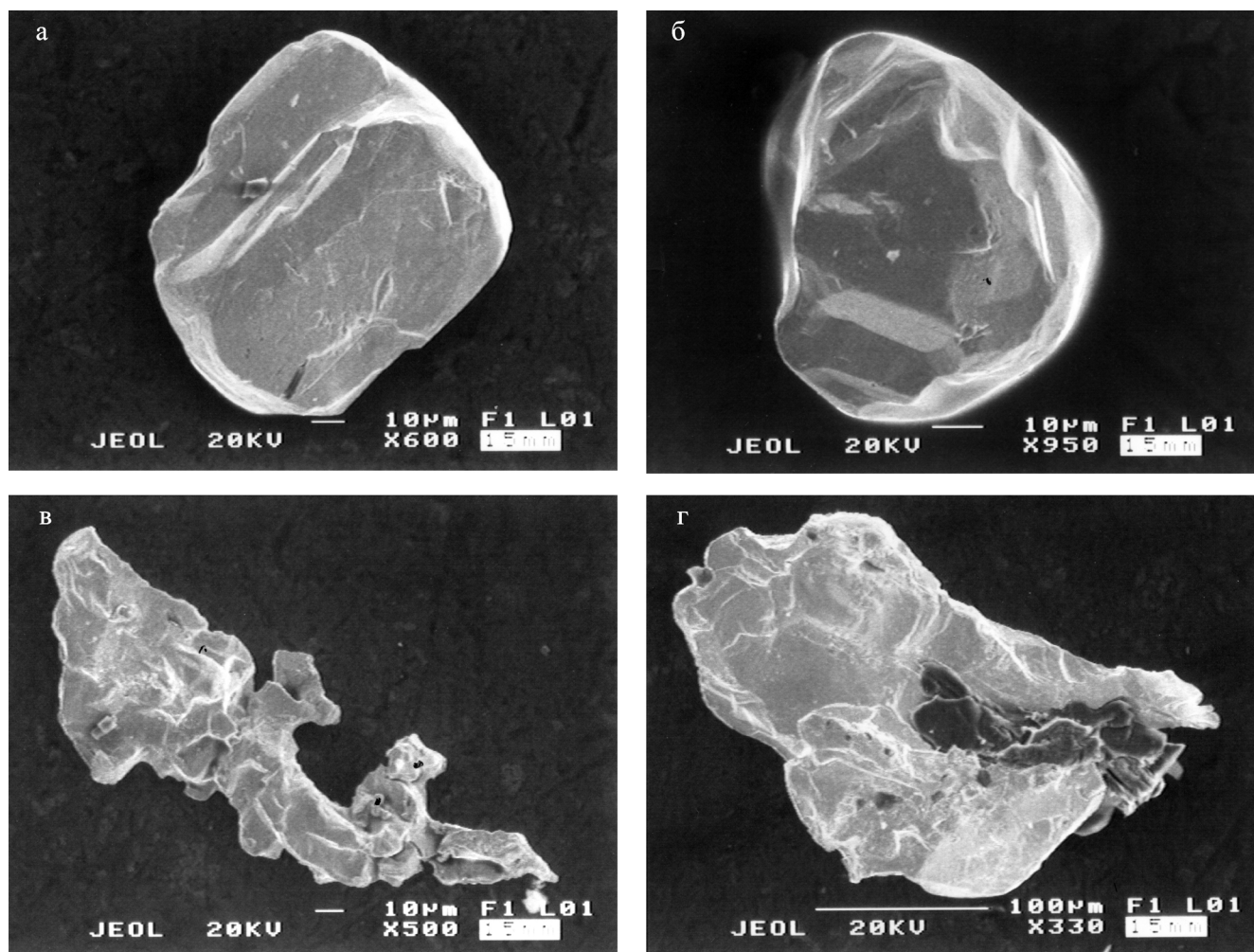


Рис. 2. Форма кристаллов золота.

а – кубический кристалл, обр. 1–03–1; б – кубооктаэдрический кристалл, обр. 5–17–1; в – дендритовидное зерно, сложенное субиндивидами кристаллов, обр. 5–17–2; г – дендритовидный сросток кристаллов с включением мусковита (темное), обр. 5–13–1.

анализированные золотины относятся к двум типам (табл. 1). Золото с примесью меди (обр. 1–03–2, 1–03–3, 1–3–09) по составу сходно с золотом из зон фуксизации и осветления пород рудопроявления Нестеровского в стенке кара оз. Грубепендиты, а с примесью серебра – с золотом из серицит-гематитовых сланцев участка Серого рудопроявления Чудного [2]. В обр. 05–13–а обнаружена примазка мусковита (рис. 2г), а в обр. 1–03–3 – включение пиррофиллита.

Кристаллическая форма золотин указывает на его гидротермально-метаморфогенное происхождение. Присутствие включений мусковита и пиррофиллита позволяет предположить следующий механизм его образования: первичное кластогенное золото, источником которого могли быть основные породы или кислые эффузивы (с которыми связана также редкоземельная минерализация) находилось в коре выветривания в тонкодисперсном или, возможно, в коллоидном виде, где и было сконцентри-

ровано из рассеянной формы и затем переотложено в алькесвожские псефиты.

Монацит, встречающийся в знаковых количествах, представлен плоскими зернами, состоящими из таблитчатых субиндивидов (монацит-1) и идиоморфных кристаллов (монацит-2) (рис. 3а, б). Химический состав монацитов приведен в табл. 2. Как

Таблица 1. Химический состав золота, мас. %

Номер образца	Au	Ag	Cu	Сумма
5–13–а	92.36	0.71	–	93.07
5–17–1	96.24	2.21	–	98.45
5–17–2*	92.32	7.29	–	99.61
5–17–2**	89.59	6.01	–	95.60
1–03–1	98.39	0.79	–	99.18
1–03–2	98.14	–	0.73	98.87
1–03–3	98.06	–	0.75	98.81
3–09	94.99	–	0.77	95.76

Примечание. * – левая верхняя, ** – правая нижняя часть дендритовидного зерна (рис. 2в).

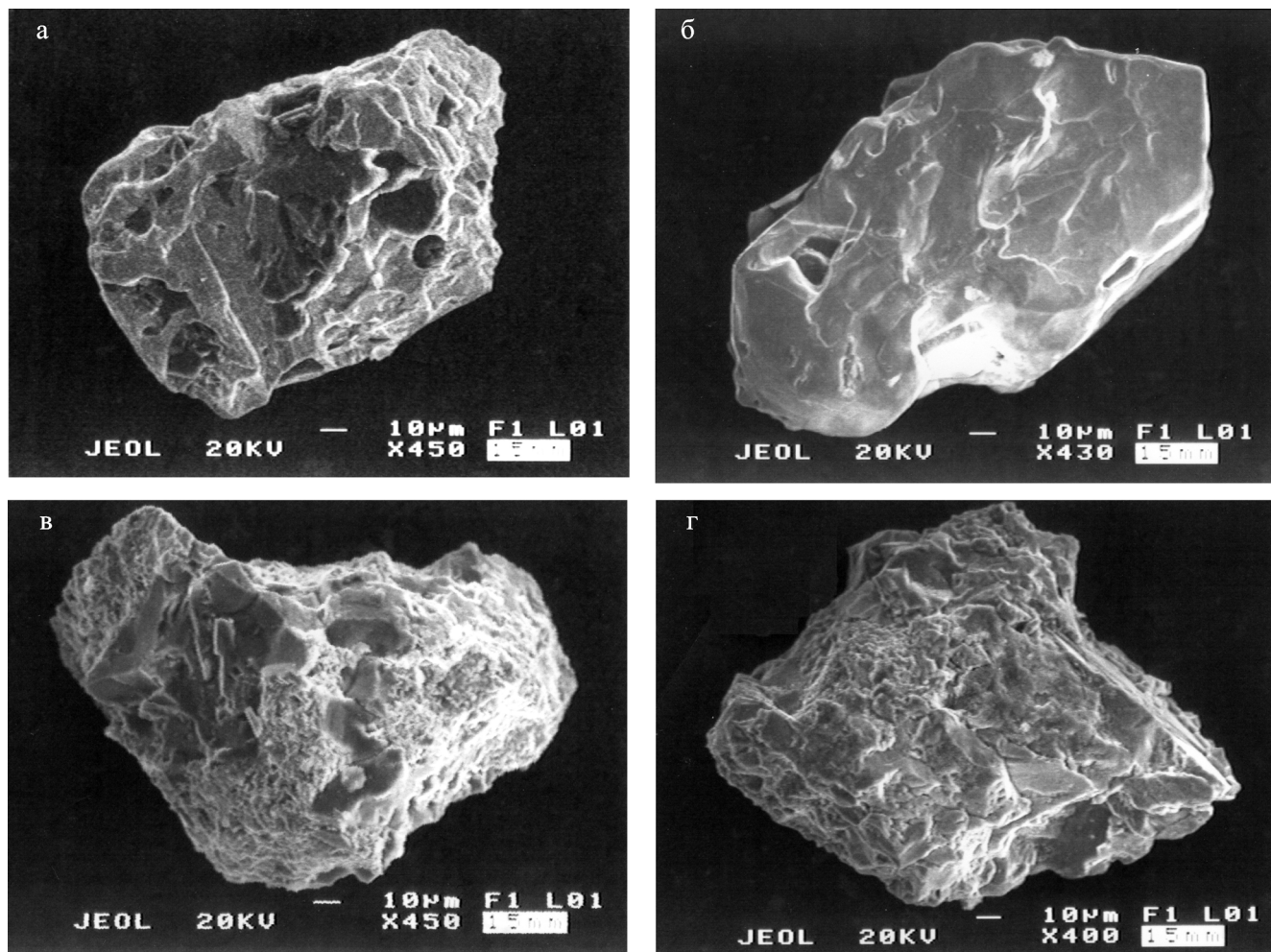


Рис. 3. Зерна монацита, ксенотима, алланита.

а, – монацит-1, обр. 5–05–5, зерно, сложенное таблитчатыми субиндивидами; б – монацит-2, обр. 5–05–3, идиоморфный кристалл; в – зерно ксенотима, сложенное микрокристаллами, обр. 1–07–5; г – агрегатное зерно алланита, обр. 2–01–1.

видно из таблицы и диаграммы (рис. 4), показывающей соотношение содержаний La_2O_3 и Nd_2O_3 , изученные монациты делятся на три группы: Nd-,

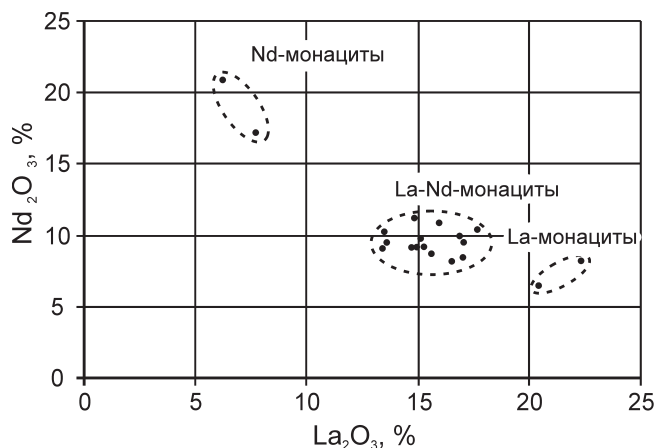


Рис. 4. Группировка монацитов по содержаниям лантана и неодима.

La-Nd-, La-монациты. При этом наблюдается обратная корреляция между содержаниями La_2O_3 и Nd_2O_3 . Самой многочисленной является группа La-Nd-монацитов, отличающаяся также максимальными содержаниями ThO_2 (до 3.73 мас. %). Составы Nd-монацитов сходны с составами описанных Н.П. Юшкиным и А.А. Котовым тиманских “куларитов”, источником которых были породы рифейского фундамента [11]. Они отмечают, что такие монациты являются характерным минералом латеритных кор выветривания по породам, обогащенным фосфором и редкими землями, и являются новообразованными продуктами избирательной перекристаллизации рассеянного обычного монацита и других редкоземельных фосфатов, выветриваемых из материнских пород. Аналогичные монациты были обнаружены И.В. Швецовым, в палеозойской бокситоносной коре выветривания на Среднем Тимане [8]. По данным Е.К. Подпориной, в процессе гипергенного выветривания происходит перераспределение редких земель и их фракционирование, об-

Таблица 2. Химический состав монацитов, мас. %

Номер образца	Ce ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	Nd ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	ThO ₂
Nd-монациты									
5-05-1	25.46	32.86	0.28	20.86	6.23	5.06	4.18	1.36	—
5-05-7	27.25	31.88	0.5	17.21	7.71	4.93	3.68	—	2.05
Среднее	26.36	32.37	0.39	19.04	6.97	5.00	3.93	0.68	1.03
La-Nd-монациты									
5-05-2	26.80	24.95	0.50	11.23	14.84	3.00	—	1.52	3.44
5-05-3	26.59	23.75	0.48	9.81	15.09	3.18	1.95	1.19	2.44
5-05-4	28.35	26.58	0.61	9.53	17.07	3.10	—	—	2.43
5-05-5	26.05	25.49	—	8.21	16.52	2.60	—	1.30	1.86
5-05-6	27.59	26.44	0.28	8.49	17.02	2.14	—	—	1.38
5-05-8	31.27	32.02	—	10.44	17.68	3.55	—	—	—
5-05-9	25.62	30.94	0.74	10.19	13.47	—	2.26	—	3.7
5-05-10	27.58	31.41	0.37	9.27	15.26	2.52	1.52	—	2.53
3-07-1	23.33	27.84	0.60	8.74	15.59	2.53	—	1.12	3.73
3-07-2	23.78	28.45	—	9.04	13.40	2.53	—	—	0.97
3-07-3	24.00	28.65	0.52	9.55	13.59	2.16	1.59	1.51	2.86
3-07-4	24.48	22.82	0.40	9.16	14.96	2.89	—	1.18	1.62
3-07-6	23.48	24.34	0.57	9.18	14.73	2.19	1.18	1.18	3.29
3-07-7	27.02	25.89	0.68	10.88	15.96	2.38	1.30	1.13	2.74
3-07-9	26.53	25.46	0.71	10.00	16.89	3.83	1.38	—	2.52
Среднее	26.16	27.00	0.43	9.58	15.47	2.57	0.75	0.68	2.37
La-монациты									
3-07-5	25.64	30.71	0.41	6.46	20.46	—	—	—	—
3-07-8	31.51	30.11	0.27	8.2	22.31	—	—	—	1.32
Среднее	28.58	30.41	0.34	7.33	21.39	—	—	—	0.66

Примечание. В обр. 5-05-10 определены также (мас. %) Al₂O₃ – 0.89 и SiO₂ – 0.83, в обр. 3-07-9 – Al₂O₃ – 0.90.

Таблица 3. Химический состав ксенотимов, мас. %

Номер образца	Y ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	As ₂ O ₃	V ₂ O ₅	Ho ₂ O ₃
5-19-6	41.69	33.06	1.26	4.83	4.42	2.40	2.60	0.75	—	—	—
1-07-3	49.46	33.44	—	1.51	4.22	3.99	2.65	—	—	—	—
1-07-5	43.43	30.80	1.95	3.79	6.29	4.66	3.12	—	2.08	1.75	2.38

условленное различной подвижностью комплексных соединений лантаноидов, при котором интенсивно выносятся иттрий и тяжелые лантаноиды, а легкие накапливаются [4]. Содержащие легкие редкие земли монациты из хлорит-мусковит-альбит-кварцевых сланцев мороинской свиты верхнего рифея на хр. Росомаха, в 30 км к северо-востоку от изучаемого участка, описаны А.Ф. Хазовым [7]. Поскольку на участке “Руины” подстилающими породами являются именно мороинские сланцы, то возможно, что именно они стали источником вещества исследованных нами монацитов.

Ксенотим встречается в виде таблитчатых зерен сургучно-красного цвета. На электронно-микроскопических фотографиях видно, что эти зерна сложены идиоморфными микрокристаллами короткопризматического габитуса, в том числе имеющими псевдокубический облик (рис. 3в).

Микрозондовый анализ показал (табл. 3), что наиболее иттриевый состав (обр. 1-07-3) свободен от примесей, а менее иттриевые несут примеси железа (обр. 5-19-6) или мышьяка и ванадия (обр. 1-07-5).

Подобные ксенотимы ранее описаны в песчаниках алькесвожской свиты на хр. Малдынырд [10] и обозначены как ксенотим-1. Источником ксенотима-1, как и монацита-1, могут быть обогащенные РЗЭ фосфатоносные коры выветривания по рифейским метаморфическим породам.

Алланит встречается в виде зерен красновато-коричневой, сургучной окраски, агрегатного строения (рис. 3г). По химическому составу выделяются две разновидности алланита (табл. 4). По классификации И.Х. Шумилова и Б.А. Остащенко [9], составы обр. 2-01-1, 2, 3, 5, 6 соответствуют алланиту-III, а обр. 2-01-4 – алланиту-IV¹. Источником алланита-III были кислые вулканы. В результате последующих переобразований в коре выветривания происходил вынос РЗЭ и формирования алланита-IV.

Циркон представлен тремя разновидностями: 1) короткопризматические кристаллы различной степени окатанности со следами растворения,

¹ Алланит-I является акцессорным минералом кислых эффузивов, алланит-II встречается в фукситовых прожилках в метасоматически измененных рилитах [9].

Таблица 4. Химический состав алланитов, мас. %

Номер образца	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MnO	Ce ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃
2-01-1	36.53	22.72	11.79	11.55	2.10	6.05	3.74	2.06
2-01-2	37.56	31.69	11.02	10.29	1.41	5.17	2.66	2.17
2-01-3	37.82	24.33	11.41	11.04	1.96	8.42	4.32	2.40
2-01-4	40.63	25.91	17.83	11.24	0.57	2.44	1.58	0.76
2-01-5	33.28	19.72	12.80	11.16	1.43	5.84	3.41	2.23
2-01-6	40.35	23.91	13.15	11.39	0.94	2.98	2.75	2.42

состав окатанного кристалла циркона (мас. %): ZrO₂ – 66.84, SiO₂ – 30.4, HfO₂ – 1.83, Fe₂O₃ – 0.92; 2) удлинённо-призматические идиоморфные кристаллы, по составу практически не отличающиеся от окатанных цирконов (мас. %): ZrO₂ – 64.64–67.77, SiO₂ – 31.96–33.54, HfO₂ – 0.34–1.20, Fe₂O₃ – 0–1.18; 3) коричневые, непрозрачные короткопризматические кристаллы (циртолит). Окатанные зерна циркона могли быть переотложены в алькесвожскую толщу при размыве промежуточных коллекторов – отложений рифея, а идиоморфный циркон и циртолит произошли из кислых интрузивных и эффузивных пород.

Титанит наблюдается в знаковых количествах не во всех пробах. Представлен полупрозрачными идиоморфными таблитчатыми или клиновидными (ромбодрическими) идиоморфными кристаллами коричневого цвета. Состав титанита стандартный (мас. %): TiO₂ – 36.45, SiO₂ – 32.28, CaO – 6.26, Al₂O₃ – 2.6, Fe₂O₃ – 2.52. Титаниты такого состава являются типовыми минералами базитов, изменённых в контакте с риолитами [10].

Фуксит встречается в виде плотных тонкочешуйчатых агрегатов ярко-зеленого цвета. По данным микроскопического анализа фуксит имеет следующий состав (мас. %): SiO₂ – 48.33, Al₂O₃ – 34.05, K₂O – 10.06, Cr₂O₃ – 0.95, Fe₂O₃ – 4.18, MgO – 0.88, TiO₂ – 0.42. Образование фуксита может происходить в результате гипергенного выветривания и последующего метаморфизма как основных, так и кислых пород. На хр. Малдынырд акцессорный фуксит отмечается и в апириолитовых, и в апобазитовых сланцах [10].

Корунд, встречающийся очень редко, представлен прозрачными зернами голубого цвета, по форме близкими к ромбодру, имеет следующий состав (мас. %): Al₂O₃ – 95.6, TiO₂ – 2.12, Fe₂O₃ – 1.19. Корунд отмечался Л.И. Ефановой и Н.В. Повонской в золотоносных псефитах алькесвожской свиты на хр. Малдынырд [1].

Пирофиллит встречен в знаковых количествах в единичных пробах. Представлен чешуйчатыми агрегатами белого или кремового цвета. На дифрактограмме (дифрактометр Shimadzu XRD-6000, аналитик Ю.С. Симакова) пирофиллит диагностируется по характерным пикам 9.25 и 4.60 Å.

Таким образом, минералогический состав изученных пород участка “Руины” в значительной сте-

пени сформировался за счет переотложения материала коры выветривания по базитовому и кислому субстрату. Влияние базитового компонента выражается в присутствии апатита, турмалина и титанита. Кора выветривания по рифейским метаморфитам явилась источником монацита-1, ксенотима-1, хлоритоида и кианита. Кристаллическая форма выделений золота, наличие в нем включений мусковита и пирофиллита позволяют предположить, что данное новообразованное золото также связано с корой выветривания. По разнообразию акцессорных минералов изученные отложения уступают классическому разрезу хр. Малдынырд, однако, так же золотоносны, обогащены минералами-носителями редких земель и представляют собой базальные слои алькесвожской свиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефанова Л.И., Повонская Н.В. Минералогические особенности и золотоносность базальной части разреза уралид хребта Малдынырд (Приполярный Урал) // Сыктывкарский минералогический сборник № 28. Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 101. Сыктывкар, 1999. С. 155–164.
2. Кузнецов С.К., Тарбаев М.Б., Ефанова Л.И., Чупров Г.В. Золото коренных проявлений в Кожимском районе Приполярного Урала // Сыктывкарский минералогический сборник № 31. Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 109. Сыктывкар, 2001. С. 116–133.
3. Озеров В.С. Метаморфизованные россыпи золота Приполярного Урала // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 28–37.
4. Подпорина Е.К. Гипергенные редкоземельные элементы в корах выветривания // Кора выветривания как источник комплексного минерального сырья. М.: Наука, 1988. С. 145–151.
5. Ретина С.А. Литологическое расчленение отложений нижнего ордовика // Геология и металлогения Приполярного Урала: мат-лы совещ. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1993. С. 9–10.
6. Тарбаев М.Б., Кузнецов С.К., Моралев Г.В. и др. Новый золото-палладиевый тип минерализации в Кожимском районе Приполярного Урала (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38, № 1. С. 15–30.
7. Хазов А.Ф. REE-минерализация в сланцах мороинской свиты как возможный фактор обогащения золотоносных кор выветривания редкими землями // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: инф. мат-лы 10-й научной конф. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 212–215.
8. Швецова И.В. Апатит и монацит в бокситоносных корах выветривания на Среднем Тимане // Минералы и минеральные месторождения европейского северо-востока России. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1994. С. 93–101.
9. Шумилов И.Х., Остащенко Б.А. Минералого-технологические особенности Au-Pd-Th оруденения на Приполярном Урале. Сыктывкар: Геопринт, 2000. 104 с.
10. Юдович Я.Э., Ефанова Л.И., Швецова И.В. и др. Зо-

- на межформационного контакта в каре оз. Грубепен-
диты // Сыктывкар: Геопринт, 1998. 98 с.
11. Юшкин Н.П., Котов А.А. Черный монацит (“кула-

рит”) Тимана // Минералогия рудоносных террито-
рий европейского северо-востока СССР. Сыктыв-
кар: ИГ КомиНЦУрО РАН, 1987. С. 58–68.

Рецензент В.А. Душин

Mineralogical features of Alkesvozh formation gold-bearing horizon in the plot “Ruins” (Pre-Polar Urals)

N. Yu. Nikulova

Institute of Geology Komi Science Centre, Ural Branch of RAS

The material composition of basal layers in the base of the Paleozoic sequence of interformation zone Uralid/Preuralid contact, into plot “Ruins” located in the head of the Balbanju River close to quartz deposit Zhelannoye was studied. Native gold as well as authigenous rare-earth phosphates and minerals characteristic for aluminiferous crust of weathering, were found among accessory minerals. The set of accessory minerals, their morphological and chemical features, of the studied rocks are similar to deposits of Alkesvozh formation ($\text{Ce}_3\text{-O}_1\text{al}$), Ridge Maldynyrd.

Keywords: *interformational contact, accessory minerals, crust of weathering.*